

# Kongeriget Danmark

Patentansøgning nr.: PA 2002 01961

Indleveringsdag: 20. december 2002

Ansøger:  
(Navn og adresse) Force Technology  
Park Allé 345  
DK-2605 Brøndby  
Danmark

Benævnelse: Apparat og fremgangsmåde til detektering af hydrogen ved benyttelse af en neutronkilde.

IPC: G 01 N 23/204

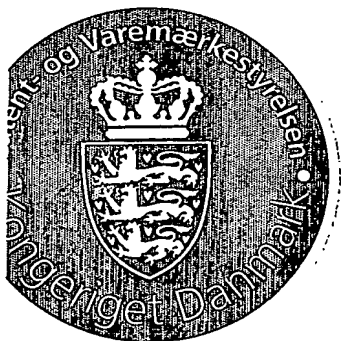
Det bekræftes herved, at vedhæftede dokumenter er sande kopier af ovennævnte patentansøgning, som den blev indleveret

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Patent- og Varemærkestyrelsen  
Økonomi- og Erhvervsministeriet

22. december 2003

*Jelle Schackinger Olesen*  
Helle Schackinger Olesen



## PVS

Apparat og fremgangsmåde til detektering af hydrogen ved benyttelse af en neutronkilde.

Denne opfindelse angår et apparat til detektering af hydrogenindhold i et emne.

Yderligere angår denne opfindelse en fremgangsmåde til detektering af hydrogenindhold i et emne.

- 10 Opfindelsen vedrører generelt et detekteringsapparat, der kan detektere hydrogen (til f.eks. estimering af en vandmængde) i et emne ved benyttelse af en neutronkilde. En neutronkilde til dette formål har bl.a. den fordel, at neutroner kan gennemtrænge visse barrierer. F.eks. er det muligt ved denne opfindelse at estimere mængden af hydrogen, vand og/eller fugt i f.eks.
- 15 isolationsmateriale i f.eks. et stålrør. Dette kan benyttes til at checke hvorvidt og hvor meget vand/fugt, der er i isolationsmaterialet, hvilket er vigtigt at kende f.eks. i forbindelse med at vurdere risikoen for korrosion, rust, etc. Dette kan foretages uden f.eks. at skulle fjerne eller skære i dele af røret/emnet eller adskille emnet/røret eller dele heraf.

20

- En hurtig-neutron kilde udsender hurtige/energi-rige neutroner, dvs. neutroner med høj kinetisk energi. I den foreliggende opfindelse benyttes den kendte erkendelse at atomkerner (og i særdeleshed hydrogen) bremser neutroner ved sammenstød, hvilket der typisk refereres til som 'elastisk spredning/kollision' (hvorved hastighed mindskes og retning ændres for en
- 25 kollideret neutron). Der benyttes i denne opfindelse en detektoranordning, der detekterer relativt langsomme/energi-fattige neutroner, såkaldte termiske neutroner. Efter en neutron er nedbremset tilstrækkeligt, kan den detekteres af detektoranordningen. Processen at nedbremse neutroner benævnes
- 30 typisk "moderering" og et fysisk arrangement hertil en "moderator". For at en neutron kan detekteres skal den oftest kollideres flere gange med hydrogenatomer.

For at opnå en forøget følsomhed er det kendt, at lade detekteringsapparatet omfatte en (hjælpe)moderator, en mængde hydrogen eller et moderatormateriale, der bremser og reflekterer/spreder neutroner ved elastisk spredning/kollision og er placeret således, at en del af en mængde indkommende neutroner reflekteres mod detektoren og hydrogenet til detektering. Groft sagt virker den yderligere mængde hydrogen/moderatormateriale som en (delvist) neutron-reflektor, der også bremser neutronerne, hvilket bevirker at en større mængde bremsede/termiske neutroner vil detekteres. Dette refereres ofte også til som neutron 'back-scatter'.

10

Patent specifikation GB A 1180450 omhandler et arrangement til detektering af fugt/hydrogen ved benyttelse af en neutronkilde. Arrangementet ifølge GB A 1180450 er skematisk illustreret på Fig. 1 og omfatter en hurtig neutronkilde (103), en detektor af termiske neutroner (102), samt et hydrogenholdigt neutron-bremsende og -reflekterende/-spredende materiale (dvs. moderator materiale) (104) til tilvejebringelse af back-scatter effekten, hvor detektoren (102) og kilden (103) er anbragt mellem dette materiale (104) og det materiale/emne (101) hvori fugt/vand/hydrogen skal detekteres.

15

Det er nævnt i patent specifikation GB A 1180450, at detektoren af termiske neutroner (102) kan være en scintillator.

20

Selvom detektoren ifølge GB A 1180450 har en forøget følsomhed pga. moderatoren (104) er det muligt at opnå en forbedret følsomhed, som angivet ved den foreliggende opfindelse.

25

Det er et formål med opfindelsen, at tilvejebringe et apparat til detektering af fugt/vand/hydrogen med forbedret følsomhed.

30

Et anden formål med opfindelsen er, at tilvejebringe et detekteringsapparat, hvor styrken af den anvendte neutronkilde ikke behøver at være så kraftig som i tidligere kendt teknik.

Et yderligere formål med opfindelsen er, at tilvejebringe et detekteringsapparat med pålidelig ikke-ændrende/ikke-destruktiv detektering.

Disse formål tilvejebringes ved et apparat af den indledningsvis art, der omfatter:

- en neutron kilde, der udsender hurtige/energi-rige neutroner,
  - en detektoranordning til detektering af termiske neutroner,
  - en moderator, der bremser og reflekterer neutroner ved kollision,
- hvor
- nævnte detektoranordning omfatter
    - en lysafgivende enhed, der afgiver lys ved en nuklear hændelse/reaktion med en termisk neutron, og
    - en lysregistrerende enhed, der afgiver en elektrisk puls/et elektrisk signal ved registrering af et lysglimt, og
  - nævnte moderator er en lysledende enhed placeret mellem nævnte lysafgivende enhed og nævnte lysregistrerende enhed.

Herved opnås en hydrogen-detektor/en fugt-probe med forbedret følsomhed, idet den lysledende enhed tilvejebringer en ledning/koncentrering af lyset fra den lysafgivende enhed til den lysregistrerende enhed hvilket forbedrer effektiviteten/følsomheden yderligere, idet det sikres at alle nukleare hændelser, der afstedkommer et lys-glimt med langt større sikkerhed vil blive registreret af den lysregistrerende enhed.

Yderligere bevirker den duale funktion af den lysledende enhed, idet den også tilvejebringer en modererende effekt, dvs. indeholder hydrogen/moderator-materiale til opnåelse af ovennævnte back-scatter effekt, at apparatet ifølge opfindelsen kan udformes kompakt eller i hvert fald ikke større end løsninger der i forvejen omfatter en hjælpemoderator.

Den forøgede følsomhed bevirker, at den benyttede neutronkilde ikke behøver at være så kraftig, at det udgør en sundhedsrisiko og derved påkræver sikkerhedsudstyr til en operatør eller besværlig håndtering af

- denne samtidig med, at en pålidelig ikke-ændrende/ikke-destruktiv detektering stadigvæk kan tilvejebringes, dvs. uden at ændre et måleemne (f.eks. udtage prøve, skære en del af et rør/emne af, skille det ad, etc.). Yderligere kan mindre hydrogenmængder detekteres i forhold til tidligere kendte løsninger pga. den større følsomhed.

I en udførelsesform, er nævnte lysafgivende enhed en scintillator og nævnte lysregistrerende enhed er en foto-multiplikator (ENG: Photo-Multiplier (PM)).

- 10 Alternativt, er den lysregistrerende enhed en foto-diode.

I en foretrukket udførelsesform, er nævnte kilde placeret i det væsentligste i nærheden af eller i/omkring centrum af den flade af nævnte moderator, der støder op til den lysafgivende enhed.

15

Denne placering har vist sig at være hensigtsmæssig, således at en yderligere forbedret følsomhed opnås, idet et større antal neutroner vil blive reflekteret og modereret og derved detekteret.

- 20 I en udførelsesform, er nævnte lysledende enhed i det væsentligste udformet med en flade tilstødende nævnte lysafgivende enhed og med en relativt mindre flade tilstødende en detekteringsflade af nævnte lysregistrerende enhed.

- 25 Herved kan en relativt større flade af den lysafgivende enhed kobles optisk til en mindre detekteringsflade af den lysregistrerende enhed, hvilket giver en økonomisk fordel, idet prisen for sådanne lysregistrerende enheder er relativt dyr og i høj grad afhænger af registreringsarealet.

- 30 F.eks. kan den nævnte lysledende enhed i det væsentligste være udformet som en kegle, hvor toppen er skåret bort (dvs. en trapez form i 2D/ved et snit i centerlinien af keglen).

I en udførelsesform, er nævnte lysledende enhed indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed til den lysregistrerende enhed i det væsentligste vinkelret på en detekteringsflade af apparatet.

- 5 Herved tilvejebringes nemt et detekteringsapparat med en større udstrækning hovedsageligt vinkelret på en detekteringsflade af det emne, hvori hydrogen skal detekteres. Dette giver en fordelagtig udformning, specielt hvis detekteringsapparatet ifølge opfindelsen tiltænkes at betjenes primært i en dybde/i en længderetning.

10

I en alternativ udførelsesform, er nævnte lysledende enhed indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed til den lysregistrerende enhed i det væsentligste parallelt med en detekteringsflade af apparatet.

- 15 På denne måde, tilvejebringes nemt et detekteringsapparat med en større udstrækning hovedsageligt parallelt med en detekteringsflade af det emne, hvori hydrogen skal detekteres. Populært sagt bliver detekteringsapparatet længere end det er høj. Dette giver en fordelagtig udformning, specielt hvis detekteringsapparatet ifølge opfindelsen tiltænkes at være håndholdt og –  
20 betjent.

- I en udførelsesform, omfatter apparatet yderligere et elektrisk kredsløb forbundet til nævnte detektoranordning, hvor nævnte kredsløb er indrettet til at generere et signal, der repræsenterer en estimeret mængde af hydrogen-,  
25 vand- og eller fugt-indhold på basis af det elektriske signal fra nævnte lysregistrerende enhed.

Yderligere angår opfindelsen en fremgangsmåde til detektering af hydrogenindhold i et emne omfattende trinene:

- 30
- udsendelse af hurtige/energirige neutroner fra en neutron kilde,
  - detektering af termiske neutroner af en detektoranordning,
  - bremsning og reflektering af neutroner ved kollision af en moderator,
- hvor fremgangsmåden yderligere omfatter

- afgivelse af lys, af en lysafgivende enhed, ved en nuklear hændelse/reaktion med en termisk neutron,
- afgivelse af en elektrisk puls/et elektrisk signal, af en lysregistrerende enhed, ved registrering af et lysglimt, og
- 5    • lysledning fra nævnte lysafgivende enhed til nævnte lysregistrerende enhed af en lysledende enhed placeret mellem nævnte lysafgivende enhed og nævnte lysregistrerende enhed, hvor af nævnte moderator er den lysledende enhed.

10    I en udførelsesform, er nævnte lysafgivende enhed en scintillator og nævnte lysregistrerende enhed er en foto-multiplikator (PM) eller en foto-diode.

15    I en udførelsesform, er nævnte kilde placeret i det væsentligste i nærheden af eller omkring/i centrum af den flade af nævnte moderator, der støder op til den lysafgivende enhed.

20    I en udførelsesform, er nævnte lysledende enhed i det væsentligste udformet med en flade tilstødende nævnte lysafgivende enhed og med en relativt mindre flade tilstødende en detekteringsflade af nævnte lysregistrerende enhed.

25    I en udførelsesform, er nævnte lysledende enhed indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed til den lysregistrerende enhed i det væsentligste vinkelret på en detekteringsflade.

30    I en udførelsesform, er nævnte lysledende enhed indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed til den lysregistrerende enhed i det væsentligste parallelt med en detekteringsflade.

I en udførelsesform, omfatter fremgangsmåden yderligere generering, i et elektrisk kredsløb forbundet til nævnte detektoranordning, af et signal repræsenterende en estimeret mængde af hydrogen-, vand- og/eller fugt-

indhold, hvor nævnte generering foretages på basis af det elektriske signal fra nævnte lysregistrerende enhed.

5 Fremgangsmåden ifølge opfindelsen og udførelsesformer heraf svarer til apparatet ifølge opfindelsen og udførelsesformer heraf og har de samme virkninger af de samme årsager.

I det følgende vil opfindelsen blive forklaret mere detaljeret under henvisning til tegningen, hvor

10

Figur 1 illustrerer kendt teknik, der benytter back-scatter princippet til at detektere hydrogen/vand;

15 Figur 2a illustrerer skematisk en udførelsesform af et apparat ifølge opfindelsen;

Figur 2b illustrerer skematisk en alternativ udførelsesform af et apparat ifølge opfindelsen;

20 Figur 2c illustrerer skematisk en alternativ udførelsesform af et apparat ifølge opfindelsen.

Figur 1 illustrerer kendt teknik, der benytter back-scatter princippet til at detektere hydrogen/vand. Vist er et detekteringsapparat (100) til detektering af hydrogen i et emne (101). Detekteringsapparatet (100) omfatter en moderator indeholdende hydrogen (104), en hurtig neutronkilde (103), samt en detektor af termiske neutroner (102), hvor neutronkilden (103) og detektoren af termiske neutroner (102) er anbragt mellem moderatoren (104) og emnet (101) under anvendelse af detekteringsapparatet (100). Yderligere er en detekteringsflade (109) for detekteringsapparatet (100) skematisk illustreret, dvs. den flade der skal placeres op ad emnet (101) hvori hydrogen skal detekteres. Neutroner udsendt af kilden (103) vil stort set have alle retninger, og nogle af disse neutroner vil kollideres med hydrogenet både i

25

30



moderatoren (104) og med hydrogenet, der skal estimeres i emnet (101), hvorved neutronerne vil ændre retning og miste hastighed. En del af neutronerne vil reflekteres mod detektoren af termiske neutroner (102), og når de har kollideret tilstrækkelig mange gange vil de være termiske (dvs. typisk have en kinetisk energi af størrelsesordenen omkring ca 0.025 eV), hvorved detektoren vil registrere disse, og mængden af hydrogen i emnet (101) kan detekteres. Nogle neutroner vil blive reflekteret både af moderatoren (104) og hydrogenet i emnet (101), mens andre vil fortsætte i andre retninger og/eller blive absorberet. Typisk skal en neutron i snit kollidere ca. 6 gange med et hydrogen atom for at have en energi, som detektoren kan detektere (neutronen skal ca. 6 til 8 størrelsesordner ned i energiniveau). Moderatoren (104) giver den effekt, at flere neutroner med en passende energi vil blive detekteret, end hvis det kun var hydrogenet i testemnet (101), der primært var tilstede til at mindske den kinetiske energi af neutronerne. Herved forbedres følsomheden af detekteringsapparatet (100).

Figur 2a illustrerer skematisk en udførelsesform af et apparat ifølge opfindelsen. Vist på figuren er et detekteringsapparat (100), der omfatter en neutronkilde (103) samt neutron-bremsende og -reflekterende materiale (104'), dvs. moderatormateriale f.eks. omfattende hydrogen. Detekteringsapparatet (100) har en detekteringsflade (109), der påtænkes at være rettet mod eller op ad et emne (101) hvori hydrogen skal detekteres.

Yderligere omfatter detekteringsapparatet (100) en detektor af termiske neutroner (102a, 102b), der ifølge opfindelsen omfatter en lysafgivende enhed (102b) samt en lysregistrerende enhed (102a), hvor den lysregistrerende enhed (102a) er forbundet til et elektrisk kredsløb (105). Den lysafgivende enhed (102b) afgiver lys ved en nuklear hændelse/reaktion med en termisk neutron, mens den lysregistrerende enhed (102a), der afgiver en elektrisk puls/et elektrisk signal (106) ved registrering af et lysglimt, hvor den afgivne elektriske puls/det afgivne elektriske signal modtages i det elektriske kredsløb (105) til efterfølgende fortolkning, behandling, etc.

lfølge opfindelsen er moderator materialet en lysledende enhed eller et lysledende materiale (104'). På denne måde tilvejebringer den lysledende enhed (104') både en modererende effekt, dvs. indeholder hydrogen/moderator-materiale til opnåelse af ovenstående back-scatter effekt, samt ledning/koncentrering af lyset fra den lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enheds (102a) detekteringsflade (107) hvilket forbedrer effektiviteten/følsomheden yderligere, idet at det sikres at alle nukleare hændelser, der afstedkommer et lys-glimt med langt større sikkerhed vil blive registreret af den lysregistrerende enhed (102a), således at mindre mængder hydrogen vil kunne detekteres uden at skulle forøge styrken af neutronkilden.

Lysets bevægelse fra den lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enhed (102a) er skematisk angivet med stiplede pile på figuren.

Yderligere bevirker den duale funktion af den lysledende enhed/moderator (104') at detekteringsapparatet (100) kan udformes kompakt eller i hvert fald ikke større end løsninger der i forvejen omfatter en hjælpemoderator til opnåelse af neutron back-scatter.

I den viste udførelsesform, er den lysledende enhed (104') i det væsentligste udformet med en flade tilstødende nævnte lysafgivende enhed (102b) og med en relativt mindre flade tilstødende en detekteringsflade (107) af den lysregistrerende enhed (102a).

Herved kan en relativt større flade af den lysafgivende enhed (102b) kobles optisk til en mindre detekteringsflade (107) af den lysregistrerende enhed (102a), hvilket giver en økonomisk fordel, idet prisen for sådanne lysregistrerende enheder (102a) er relativ dyr og i høj grad afhænger af registreringsarealet.

F.eks. kan den nævnte lysledende enhed i det væsentligste være udformet som en kegle, hvor toppen er skåret bort (dvs. en trapez form i 2D/ved et snit i centerlinien af keglen).

- 5 Den lysledende enhed/det lysledende materiale (104') kan f.eks. være en lysleder (engelsk: light-guide) omfattende hydrogen og/eller andet moderator materiale. I en foretrukket udførelsesform omfatter den lysledende enhed/det lysledende materiale (104') plexi-glas.
- 10 Neutronkilden (103) er foretrukket omfattet af/indlejret i nævnte moderator (104') og placeret i det væsentligste omkring eller i centrum af den flade af nævnte moderator (104'), der støder op til den lysafgivende enhed (102b).

- Denne placering har vist sig at være hensigtsmæssig, således at en
- 15 yderligere forbedret følsomhed opnås, idet et større antal neutroner vil blive reflekteret og modereret og derved detekteret.

- I en udførelsesform er den lysafgivende enhed (102b) en scintillator, hvilket er en kendt standardenhed, der registrerer en nuklear hændelse og udsender
- 20 et lysglimt når f.eks. en termisk neutron rammer scintillatoren (102b). I praksis frigives fotoner. Et eksempel på en scintillator (102b) er glas beriget m. Lithium-isotopen Li-6.

- I en udførelsesform er den lysregistrerende enhed (102a) en foto-
- 25 multiplikator, hvilket også en kendt standardenhed, der registrerer selv meget svage lysglimt/fotoner og genererer en elektrisk puls på baggrund af et sådant/sådanne. Alternativt, er den lysregistrerende enhed (102a) en fotodiode.

- 30 Det elektrisk kredsløb (105) modtager elektriske pulser/signaler fra den lysregistrerende enhed/foto-multiplikatoren (102a), og kan således registrere og/eller behandle disse signaler afhængigt af den aktuelle brug, f.eks. til at estimere vand/fugt/hydrogenmængden i emnet (101) eller til andre

anvendelsesformål. For eksempel kan et eller flere elektriske udgangssignaler (108) fra det elektriske kredsløb (105) anvendes til f.eks. et display/meter (ikke vist) der viser den estimerede mængde og/eller andre funktioner.

5

Yderligere kan detekteringsapparatet (100) omfatte andre typer (evt. ikke-hydrogenholdige materialer) lysledende materiale (104') så længe de har en neutron modererende effekt.

10 Foretrukket vil den lysregistrerende enhed/foto-multiplikatoren (102a) og lyslederen (104) støde sammen/op mod hinanden ved den lysregistrerende enheds/foto-multiplikatorens (102a) detekteringsflade (107) med et optisk tilpasningsmateriale imellem som f.eks. silikone-fedt, transparent silikone fugemasse, etc., for at sikre et så lavt optisk tab som muligt ved overgangen.

15

Neutronkilden (103) kan f.eks. være en isotopbaseret neutronkilde.

Alternativt kan neutronkilden (103) også være placeret andre steder end i/omkring centrum af lyslederen (104').

20

Det elektriske kredsløb (105) kan have mange funktioner og udformninger afhængigt af den aktuelle anvendelse af opfindelsen. Et simpelt elektrisk kredsløb skal f.eks. blot registrere antallet af elektriske pulser fra foto-multiplikatoren/den lysregistrerende enhed (102a) i en tidsperiode for simpelt  
25 at kunne estimere hydrogen/vandmængden. Alternativt, kan mere avancerede elektriske kredsløb anvendes.

30

Yderligere kan apparatet (100) omfatte en materiale-skive, -plade, -stykke, etc. (ikke vist) placeret således, at neutronkilden (103) befinder sig mellem denne og detekteringsfladen (109). Den nævnte skive, -plade, -stykke, etc skal være af et materiale, som har den egenskab at den er god til at reflektere neutroner uden væsentligt energitab, f. eks. jern eller molybdæn. Yderligere kan apparatet (100) omfatte en ring, rør, cylinder, etc. placeret

således at det omkranser neutronkilden (103), hvorved evt. gamma-stråling fjernes, der ellers kan give falske hits ved reaktion med den lysafgivende enhed (102b). Denne ring, rør, cylinder etc. skal være af et materiale, som har den egenskab, at det i særlig grad absorberer gammastråling, f.eks. bly eller wolfram.

Figur 2b illustrerer skematisk en alternativ udførelsesform af et apparat ifølge opfindelsen. Vist på figuren er et detekteringsapparat (100) ifølge opfindelsen omfattende samme elementer/enheder som vist på og forklaret i forbindelse med Figur 2a, men hvor de er arrangeret og evt. udformet anderledes. Mere specifik er den kombinerede moderator og lysledende enhed (104'') udformet således at den i det væsentligste leder lyset parallelt med detekteringsapparatets (100) detekteringsflade (109) til den lysregistrerende enhed (102a) (modsat udførelsesformen på Figur 2a, hvor lyset i det væsentligste ledes hovedsageligt vinkelret på detekteringsfladen (109)), hvilket muliggør en mere langstrakt udformning af detekteringsapparatet (100). den lysledende enhed (104'') kan f.eks. være udformet, som angivet på figuren, med en 2D-profil som en trekant, hvor det indgående lys fra den lysafgivende enhed (102b) reflekteres hovedsageligt vinkelret i forhold til den indgående retning, dvs. hovedsageligt parallelt med detekteringsfladen (109).

Alternativt kan den lysledende enhed (104'') være et bundt af optiske fibre/lyslederkabler der vinkler/drejer/bukker lyset til siden i forhold til den primære indfaldsretning, dvs. hovedsageligt parallelt med detekteringsfladen (109).

Lysets bevægelse fra den lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enhed (102a) er skematisk angivet med stiplede pile på figuren.

I den viste udførelsesform, er den lysledende enhed (104'') i det væsentligste udformet med en flade tilstødende nævnte lysafgivende enhed (102b) og med en relativt mindre flade tilstødende en detekteringsflade (107) af den lysregistrerende enhed (102a).

Den langstrakte udformning er speciel nyttig, hvis detekteringsapparatet (100) skal have en udformning der velegnet til håndholdt/manuel betjening med lettere håndteringen/betjening til følge.

5

Figur 2c illustrerer skematisk en alternativ udførelsesform af et apparat ifølge opfindelsen. Den viste udførelsesform svarer til den vist på Figur 2a, men hvor placeringen af neutronkilden (103) er ændret. I den viste udførelsesform er neutronkilden (103) anbragt mere mod centrum af moderatoren (104'), dvs. ikke i den flade af moderatoren (104'), der støder op til den lysafgivende enhed (102b). Alternativt, kan neutronkilden (103) f.eks. placeret mere mod en af siderne af moderatoren (104').

10

Modtaget

Patentkrav:

20 DEC. 2002

PVS

1. Apparat til detektering af hydrogen indhold i et emne (101), hvor apparatet  
5 (100) omfatter

- en neutron kilde (103), der udsender hurtige/energi-rige neutroner,
- en detektoranordning (102; 102a, 102b) til detektering af termiske neutroner,
- en moderator (104; 104', 104''), der bremser og reflekterer neutroner  
10 ved kollision,

k e n d e t e g n e t ved, at

- nævnte detektoranordning omfatter
  - o en lysafgivende enhed (102b), der afgiver lys ved en nuklear  
hændelse/reaktion med en termisk neutron, og
  - 15 o en lysregistrerende enhed (102a), der afgiver en elektrisk  
puls/et elektrisk signal (106) ved registrering af et lysglimt,
- og at nævnte moderator (104', 104'') er en lysledende enhed placeret  
mellem nævnte lysafgivende enhed (102b) og nævnte  
lysregistrerende enhed (102a).

20

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte  
lysafgivende enhed (102b) er en scintillator og at nævnte lysregistrerende  
enhed (102a) er en foto-multiplikator (PM) eller en foto-diode.

25 3. Apparat ifølge krav 1 - 2, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte kilde  
(103) er placeret i det væsentligste i nærheden af eller omkring/i centrum af  
den flade af nævnte moderator (104'; 104''), der støder op til den  
lysafgivende enhed (102b).

30 4. Apparat ifølge krav 1 - 3, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte  
lysledende enhed (104') i det væsentligste er udformet med en flade  
tilstødende nævnte lysafgivende enhed (102b) og med en relativt mindre

flade tilstødende en detekteringsflade (107) af nævnte lysregistrerende enhed (102a).

5 5. Apparat ifølge krav 1 - 4, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lysledende enhed (104'') er indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enhed (102a) i det væsentligste vinkelret på en detekteringsflade (109) af apparatet (100).

10 6. Apparat ifølge krav 1 - 4, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lysledende enhed (104'') er indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enhed (102a) i det væsentligste parallelt med en detekteringsflade (109) af apparatet (100).

15 7. Apparat ifølge krav 1 - 6, k e n d e t e g n e t ved, at apparatet yderligere omfatter et elektrisk kredsløb (105) forbundet til nævnte detektoranordning (102; 102a), hvor nævnte kredsløb (105) er indrettet til at generere et signal (108), der repræsenterer en estimeret mængde af hydrogen-, vand- og eller fugt-indhold på basis af det elektriske signal (106) fra nævnte lysregistrerende enhed (102a).

20

8. Fremgangsmåde til detektering af hydrogenindhold i et emne (101) omfattende trinene:

- udsendelse af hurtige/energirige neutroner fra en neutron kilde (103),
- detektering af termiske neutroner af en detektoranordning (102; 102a, 25 102b),
- bremsning og reflektering af neutroner ved kollision af en moderator (104; 104', 104''),

k e n d e t e g n e t ved, at fremgangsmåden yderligere omfatter

- afgivelse af lys, af en lysafgivende enhed (102b), ved en nuklear 30 hændelse/reaktion med en termisk neutron,
- afgivelse af en elektrisk puls/et elektrisk signal (106), af en lysregistrerende enhed (102a), ved registrering af et lysglimt, og



- lysledning fra nævnte lysafgivende enhed (102b) til nævnte lysregistrerende enhed (102a) af en lysledende enhed placeret mellem nævnte lysafgivende enhed (102b) og nævnte lysregistrerende enhed (102a), hvor af nævnte moderator (104', 104'') er den lysledende enhed.

9. Fremgangsmåde ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lysafgivende enhed (102b) er en scintillator og at nævnte lysregistrerende enhed (102a) er en foto-multiplikator (PM) eller en foto-diode.

10

10. Fremgangsmåde ifølge krav 8 - 9, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte kilde (103) er placeret i det væsentligste i nærheden af eller omkring/i centrum af den flade af nævnte moderator (104'; 104''), der støder op til den lysafgivende enhed (102b).

15

11. Fremgangsmåde ifølge krav 8 - 10, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lysledende enhed (104') i det væsentligste er udformet med en flade tilstødende nævnte lysafgivende enhed (102b) og med en relativt mindre flade tilstødende en detekteringsflade (107) af nævnte lysregistrerende enhed (102a).

20

12. Fremgangsmåde ifølge krav 8 - 11, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lysledende enhed (104'') er indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enhed (102a) i det væsentligste vinkelret på en detekteringsflade (109).

25

13. Fremgangsmåde ifølge krav 8 - 11, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte lysledende enhed (104'') er indrettet til afgive lys ledt fra nævnte lysafgivende enhed (102b) til den lysregistrerende enhed (102a) i det væsentligste parallelt med en detekteringsflade (109).

30

14. Fremgangsmåde ifølge krav 8 - 13, k e n d e t e g n e t ved, at fremgangsmåden yderligere omfatter generering, i et elektrisk kredsløb (105)

forbundet til nævnte detektoranordning (102; 102a), af et signal (108) repræsenterende en estimeret mængde af hydrogen-, vand- og/eller fugt-indhold, hvor nævnte generering foretages på basis af det elektriske signal (106) fra nævnte lysregistrerende enhed (102a).

## ABSTRAKT

Denne opfindelse omhandler et apparat til detektering af hydrogen indhold i et emne, hvor apparatet omfatter en neutron kilde, der udsender hurtige/energi-rige neutroner, en detektoranordning til detektering af termiske neutroner, en moderator, der bremser og reflekterer neutroner ved kollision, hvor detektoranordningen omfatter en lysafgivende enhed, der afgiver lys ved en nuklear hændelse/reaktion med en termisk neutron, og en lysregistrerende enhed, der afgiver en elektrisk puls/et elektrisk signal ved registrering af et lysglimt, og hvor nævnte moderator er en lysledende enhed placeret mellem nævnte lysafgivende enhed og nævnte lysregistrerende enhed.

Yderligere omhandler opfindelsen en tilsvarende fremgangsmåde til detektering af hydrogen.

Herved tilvejebringes et apparat og en fremgangsmåde til detektering af fugt/vand/hydrogen med forbedret følsomhed, hvilket bevirker, at den benyttede neutronkilde ikke behøver at være så kraftig, samt at mindre hydrogenmængder kan detekteres i forhold til tidligere kendte løsninger.

Yderligere tilvejebringes pålidelig ikke-ændrende/ikke-destruktiv detektering.

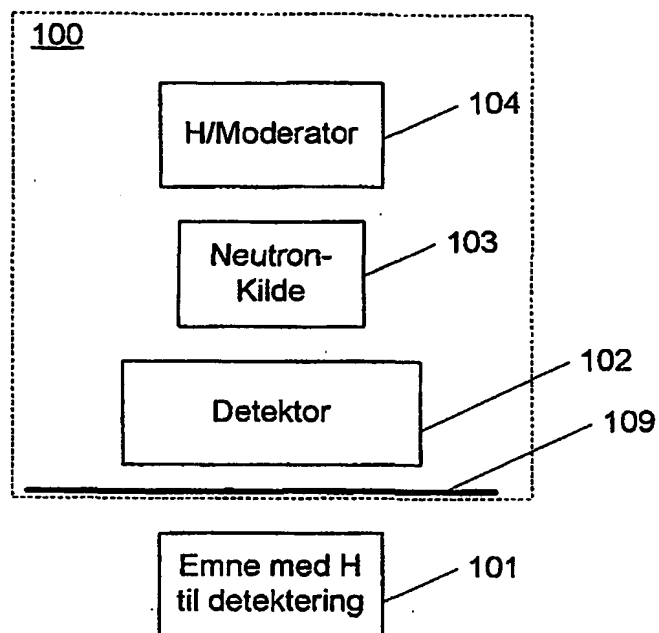
Figur 2a ønskes publiceret.

Modtaget

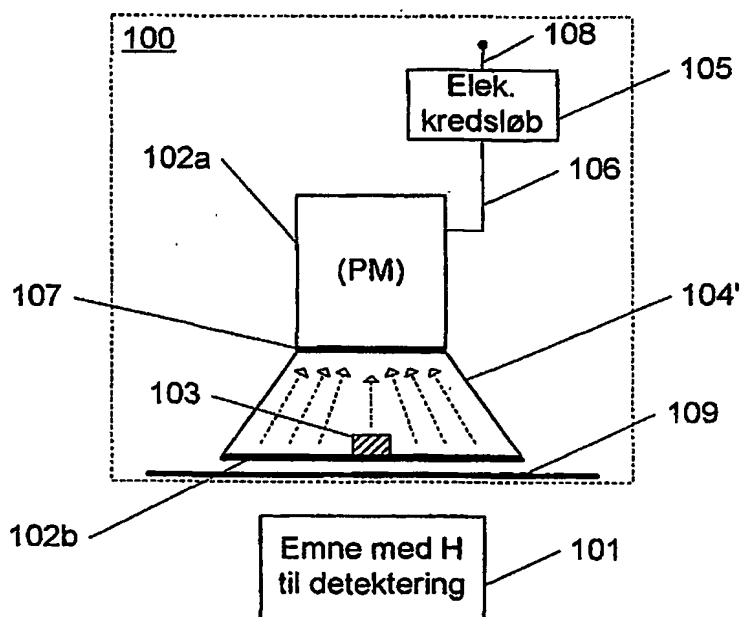
20 DEC. 2002

PVS

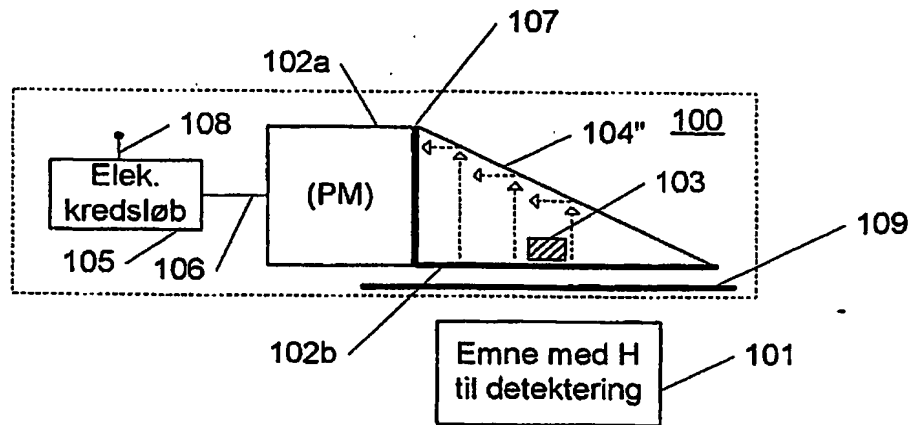
1/2



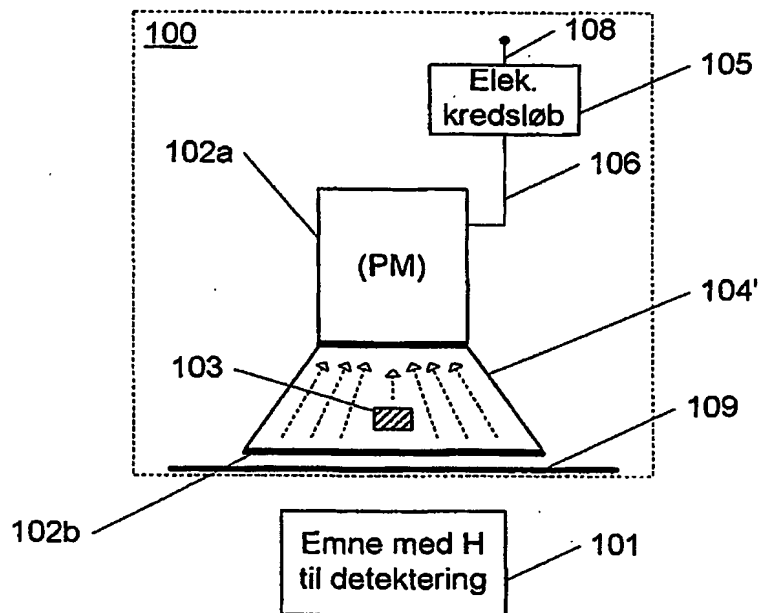
Figur 1



Figur 2a



**Figur 2b**



**Figur 2c**